

Métodos de Evaluación de Usabilidad para Sistemas de Información Web: Una revisión

Julio César Sierra González

jucsierrago@unal.edu.co

Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia

Abstract

This article presents an overview of the models of web usability and usability evaluation methods (Methods of Evaluation UEMS) more relevant and based on academic articles published during the last twenty years. Has been made a descriptive analysis of the dimensions that compose the different models of utility as well as an analysis of the measurement methods. Here, we describe the general structure and characteristics of information systems based on Web (WIS). Then we analyze the different UEMS, classification and methods. It ends with the conclusions of the study.

Resumen

Este artículo presenta una revisión de **modelos de usabilidad web**, así como de sus métodos de evaluación (Usability Evaluation Methods, **UEMs**) más relevantes y basados en las publicaciones de artículos académicos durante los últimos veinte años. Se ha realizado un análisis descriptivo de las dimensiones que componen los diferentes **modelos de usabilidad**, así como un análisis de sus métodos de medición. Luego se describen la estructura general y las características de los Sistemas de Información basados en la Web (**WIS**). En seguida se analizan los diferentes **UEMs**, su clasificación y métodos específicos. Se termina con las conclusiones sobre el estudio realizado.

Palabras Claves

Usabilidad, Evaluación de Usabilidad, Sistemas de Información Web. WIS

INTRODUCCIÓN

Gulati (2012) entre otros, afirma que como consecuencia de la evolución tecnológica y del crecimiento acelerado de Internet durante los últimos años, la complejidad de muchos sitios web se ha incrementado significativamente, causando que millones de usuarios enfrenten actualmente problemas de usabilidad y rendimiento en su utilización. Según Dubey (2010) y Johnson (2012), **la falta de usabilidad causa** fallos del software que lleva a pérdidas monetarias, insatisfacción de los usuarios, baja en la productividad del personal y el desperdicio de tiempo. **La usabilidad es un factor importante** para determinar calidad del software, según Abran (2003), Bevan (1995) y Seffah (2006) entre otros. Según Gulati (2012), los sistemas de software usables no sólo son más eficaces, precisos y seguros sino también son mucho más exitosos. Por lo tanto, la evaluación de usabilidad es muy importante para el proceso de diseño de sistemas de software utilizables, así como para el desarrollo de pruebas sobre su desempeño final para sugerir mejoras. Desafortunadamente, Fitzpatrick (1998), Hertzum (2003), Seffah (2006) y Dubey (2010), concluyen en sus estudios que **existe confusión en el uso de modelos**, métodos, técnicas y herramientas para evaluar usabilidad, aún cuando un subconjunto de éstas son de uso común, por lo cual en la actualidad no hay criterios o modelos generalmente aceptados en la comunidad académica para la definición y evaluación de usabilidad, debido a sus características difusas y a la amplia variedad de propuestas en su interpretación. Es un hecho que el concepto mismo de usabilidad ha evolucionado, inicialmente desde su aplicación a Sistemas de Información (IS) convencionales o “tradicionales” tales como los presentados en redes o sistemas distribuidos, seguido de su aplicación a páginas Web y por último, con la implementación y proliferación de Sistemas de Información basados en la Web (WIS), la investigación de usabilidad se ha orientado hacia este tipo de sistemas.

Por consiguiente, la evaluación de la usabilidad se ha convertido en un importante campo de investigación. Esta problemática motiva el objetivo del presente artículo, que es presentar el estado del arte de los modelos y métodos de evaluación de usabilidad orientados a los WIS, para comprender los problemas por resolver en esta importante área del conocimiento. En este contexto, los enfoques del concepto de usabilidad proveen el marco de referencia para la clasificación de los modelos que la describen, abordando la temática y su cronología de desarrollo. El resto del artículo está organizado como sigue: La sección 1 introduce a los modelos generales de Usabilidad Web describiendo sus definiciones y dimensiones, desde los enfoques de Ingeniería del Software (SE) e Interacción Hombre-Computador (HCI); la sección 2 presenta la estructura general y el problema de la usabilidad de WIS; la sección 3 presenta una clasificación de los métodos de evaluación de usabilidad (UEMs) más representativos, junto con una breve descripción de su objetivo. Por último se presenta las conclusiones a las que se llega según la investigación realizada.

1 USABILIDAD WEB

El término *usabilidad* es un anglicismo que significa “facilidad de uso” y según Bevan (1991), su origen se remonta a finales de los años 80 para sustituir el término “amigable para el usuario” cuya connotación en ese entonces había adquirido un carácter subjetivo. El concepto de usabilidad ha evolucionado, inicialmente desde su aplicación a Sistemas de Información (IS) convencionales

tales como los presentados en redes o sistemas distribuidos, seguido de su aplicación a páginas Web y por último, con la implementación y proliferación de Sistemas de Información basados en la Web (WIS), la investigación de usabilidad se ha orientado hacia este tipo de sistemas. Finalmente, el concepto de mismo de Usabilidad evoluciona hacia el concepto de Experiencia de Usuario (UX), con el fin de abordar el comportamiento emocional del usuario que no es contemplado por la usabilidad como tal. A continuación se abordan estos conceptos.

1.1 Modelos de usabilidad web basados en estándares

Se han propuesto varios estándares y modelos diferentes para medir y evaluar la usabilidad, y según Bevan (1995) se presentan dos enfoques de usabilidad complementarios: en el primero la usabilidad se presenta *orientada al producto* y se la considera en términos la *facilidad de uso* de la interface de usuario. La usabilidad así definida es vista como un componente de calidad del producto, siendo afín con la práctica de la Ingeniería del Software. En el segundo enfoque, la usabilidad se interpreta en términos de la *capacidad de utilización* un producto para su uso previsto, enfoque que se origina en factores humanos y que es afín con la los postulados de la teoría de Interacción Hombre-Computador (HCI). En este enfoque, según Bevan (1995) y Seffah (2006), la usabilidad es sinónimo de *calidad de uso*. Para mostrar estos enfoques, se ha desarrollado un árbol de la genealogía de los modelos de usabilidad que la conforman según sus autores, como se relaciona en la Figura 1, donde se muestra jerárquicamente como los modelos de usabilidad publicados son variaciones de modelos previamente propuestos.

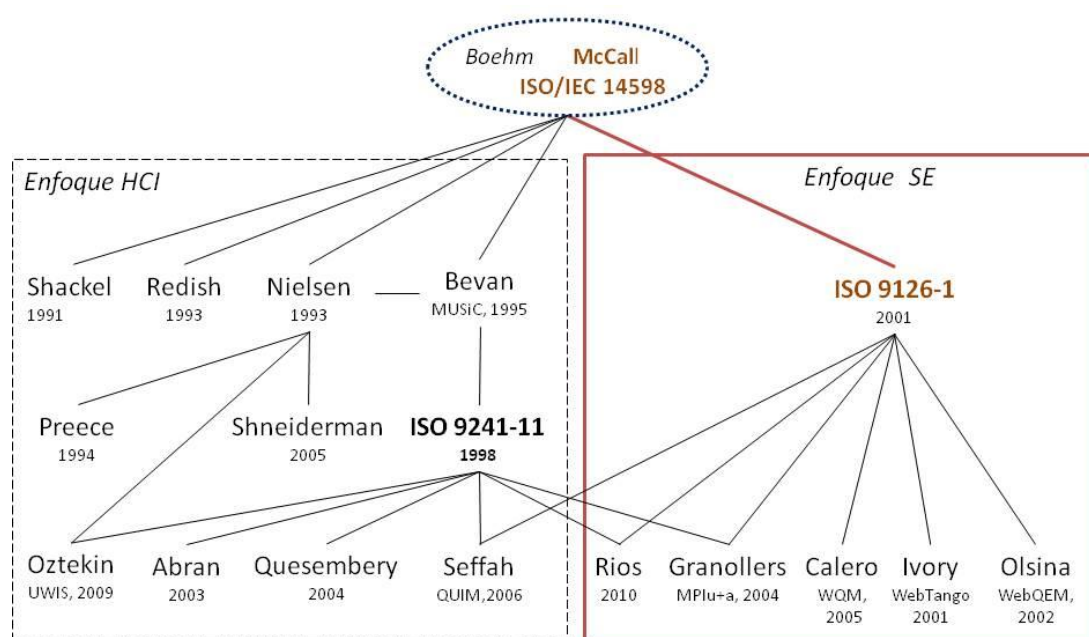


Figura 1. Árbol genealógico de modelos de usabilidad basados en estándares por enfoque y autor: cada modelo es una modificación o es basado en su antecesor. Elaboración propia.

Las definiciones de usabilidad más ampliamente utilizadas y relevantes en la literatura provienen de los trabajos de calidad de McCall (1977), Boehm (1973) y del estándar ISO/IEC 14598 (1998). En el enfoque orientado hacia la HCI,

citamos inicialmente a Shackel (1991), quien define la usabilidad en relación con la utilidad, lo agradable de su interface y el costo para llegar a una decisión de aceptación del producto por parte del usuario. La usabilidad así definida es una característica de un sistema que se encuentra en relación con los usuarios en lo que respecta a su entrenamiento y ayudas, así como a tareas y ambientes. Para que un sistema sea usable, tiene que alcanzar niveles definidos de facilidad de uso, eficiencia, facilidad de aprendizaje, flexibilidad y actitud del usuario.

Redish (1993) define usabilidad como "La comprensión de los objetivos de los usuarios, el contexto de su trabajo y cuál es el conocimiento y la experiencia de que disponen", y plantea que el objetivo de las personas que trabajan en usabilidad es *proporcionar a los usuarios* herramientas para que puedan: encontrar lo que necesitan, entender lo que encuentran, actuar apropiadamente sobre ese entendimiento y hacer todo esto con el tiempo y el esfuerzo que crean necesarios.

Nielsen (1994) a su vez considera en su definición de usabilidad aparte de "*un atributo relacionado con la facilidad de uso*" como Shackel (1991), una orientación hacia la "*Aceptación práctica y provechosa del producto*". En este contexto, extiende el concepto de satisfacción de usuario con el objetivo de evaluación. Preece (1994) define usabilidad como una medida de la facilidad con que un sistema puede ser aprendido o utilizado, además de su seguridad, eficacia, eficiencia, y de la actitud de sus usuarios al usarlo. Leavit y Shneiderman (2005) basándose en el trabajo de Nielsen (1994) plantea como características de usabilidad: tiempo de aprendizaje y retención, velocidad de rendimiento, tasa de errores de usuarios y satisfacción subjetiva. Adicionalmente plantea, la necesidad de "Usabilidad Universal" sobre tecnología accesible, útil y usable para la población mundial Shneiderman (2000). Por su parte, Bevan (1995) presenta una visión general de métodos prácticos de diseño centrados en el usuario basándose en los métodos de inspección de usabilidad de Nielsen (1993) y plantea su modelo de usabilidad Metrics for Usability Standards in Computing (MUSiC). Para Nielsen (2000) los sistemas basados en la web, la usabilidad es absolutamente crítica, afirmando que "*La usabilidad gobierna la web. En pocas palabras, si el cliente no puede encontrar un producto, entonces no lo compra*". Plantea además que un usuario puede tomar decisiones críticas para una organización con tan solo un clic en un ratón.

A nivel de normas internacionales, la definición es la más aceptada de usabilidad en el enfoque HCI es la proporcionada por la norma ISO 9241 (1996, 2010) que se basa en los trabajos de Bevan (1995). Esta norma define usabilidad como "*la medida en que un producto puede ser utilizado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico*". Al respecto, Keevil (1998) extiende esta definición con respecto a la facilidad de encontrar, comprender y utilizar la información que muestra un sitio web. A su vez Banna et al. (2009) plantea este estándar como la base de la evaluación de usabilidad de los WIS. Quesemberry (2001) amplía el alcance de este estándar y plantea a su vez nuevos atributos de un producto usable tales como efectividad, eficiencia, lo atractivo, tolerancia de error y facilidad de aprendizaje. Abran (2003) también propone una ampliación de este estándar, añadiendo otros dos atributos: capacidad de aprendizaje, ya adoptada por Nielsen (1993) y la seguridad. Seffah (2006) presenta su modelo QUIM como

un modelo consolidado para la medición de usabilidad de aplicaciones Web. QUIM consolida los modelos de usabilidad ISO 9241 (1998) e ISO/IEC 9126 (1991; 2001), planteando como factores de usabilidad: Eficiencia, eficacia, productividad, satisfacción, facilidad de aprendizaje, seguridad, confianza, accesibilidad, universalidad y utilidad. Por último, se relaciona la taxonomía diseñada por Alonso-Ríos (2009) diseñada para soportar las etapas de especificación, diseño y evaluación. Plantea para la usabilidad los atributos: Conocible, confiabilidad, eficiencia, robustez, seguridad, satisfacción subjetiva.

Con respecto al enfoque orientado a la SE, relacionamos las norma ISO/IEC 9126 (1991, 2001), que amplía la norma ISO/IEC 14598 (1999), y es la definición más ampliamente aceptada por la comunidad de SE, donde la usabilidad es vista como una característica específica que afecta a la calidad de un producto software. La usabilidad puede entonces evaluarse durante las primeras etapas de desarrollo Web y no implica necesariamente la interacción del usuario con el sistema, ya que esta se puede ser medida "conforme a especificaciones". En este contexto, Ivory (2001) presenta una metodología para la evaluación de sitios web centrada en la información y automatiza el proceso con la herramienta WebTango. Olsina y Rossi (2002) presentaron WebQEM, un modelo de evaluación de calidad Web basado en el estándar ISO/IEC 9126 (1991; 2001). Finalmente relacionamos a Calero et al. (2005) quien presentó WQM, un modelo de calidad para aplicaciones Web. Este modelo se define teniendo en cuenta: características Web (contenido, presentación y navegación) y las características de calidad basados en la norma ISO/IEC 9126 (1991, 2001).

Como se puede observar, existe una gran variedad de definiciones de usabilidad demasiado breves e imprecisas, donde cada una aborda diversas características planteadas por cada autor, lo cual significa que la usabilidad tiende a ser evaluada de una manera ad hoc y el acuerdo entre expertos es difícil. Según Martínez (2012) y Fernandez et al. (2011) entre otros, cada definición de usabilidad afecta directamente a la forma en que se evalúa, ya que cada método o técnica empleada en estas evaluaciones pueden centrarse en diferentes aspectos de la usabilidad.

1.2 Medición de Usabilidad

Según Hassan y Ortega (2009), la usabilidad puede ser medida y evaluada dado que no es un concepto abstracto o subjetivo, representa el grado en el que el usuario puede explotar la utilidad y no se debe entender como una cualidad universal, sino como una cualidad que depende de una audiencia, de unos objetivos y de un contexto específico. Al respecto, la comunidad de expertos en usabilidad web ha formulado una gran cantidad de directrices de evaluación, donde un subconjunto de estas es uso común aunque no cubre suficientemente todas las características del concepto.

La norma ISO/IEC 14598-1(1998) sugiere un modelo estándar para la medición de la calidad en uso desde la perspectiva de los atributos de calidad interna de software, donde los objetivos de usabilidad se plantean como requisitos, que deben ser expresados como métricas, que deben ser medidas cuando el software se utiliza en su contexto previsto. En este sentido la norma ISO/IEC 9126

(2001), distingue entre calidad interna y externa del software, relacionando directamente métricas externas e internas para su medición.

Bevan (1995) plantea la medición de usabilidad directamente de los atributos del producto, utilizando guías de estilo como las de Microsoft Windows, donde la usabilidad dependerá entonces de la medida en que un diálogo implementado en un estilo particular tiene éxito en el apoyo a la tarea del usuario. También plantea, que se pueden medir los atributos detallados de la interfaz de usuario utilizando un estándar como ISO-9241 para las interfaces de menú. A su vez, Nielsen (1993) también ha planteado directrices y listas de verificación generales de usabilidad como base para su medición y evaluación. Estas listas de verificación pueden ser usadas para hacer evaluaciones rápidas de interfaces de usuario, pero no proporcionan un medio fiable de evaluación.

2 SISTEMAS DE INFORMACION BASADOS EN WEB (WIS)

2.1 Estructura general de los WISs

Según Izawovitz (1998) el término WIS se refiere a un Sistema de Información Basado en Web (o Sistema de Información Web), fue propuesto para describir sistemas de información orientados hacia la plataforma web como alternativa a la arquitectura cliente/servidor. En este sentido, Liang (2006) propone la estructura general mostrada en la Figura 2, en la cual un WIS consta de dos partes: una parte de Sitio Web (WS) que muestra servicios e información al usuario, y una parte de IS que los proporciona. En este modelo, un WIS integra componentes propios de un IS tales como bases de datos y sistemas transaccionales, con tecnologías Web tales como navegadores, protocolos y estándares que apoyan sus funciones básicas.

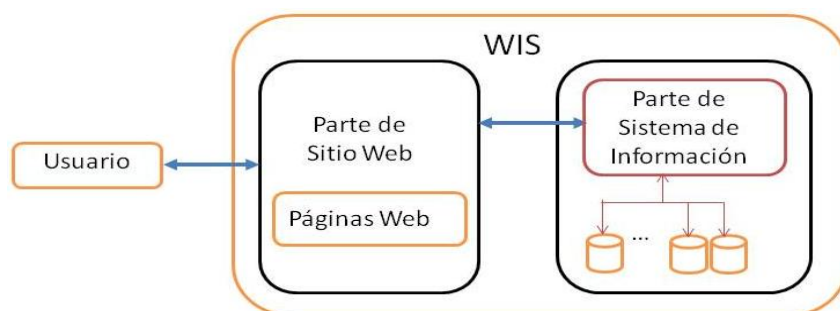


Figura 2. Estructura general de un WIS. Adaptado de Liang (2006).

Como se observa, la parte WS es el componente del WIS para la comunicación y el control con el usuario en el proceso de lograr un objetivo de negocio. Según Liang (2006), la facilidad de uso de la parte WS puede animar al usuario a utilizar el sistema si puede controlar el procedimiento de comunicación en lugar de ser controlado y si sabe que pasa en el sistema durante su comunicación. Groski (1997), Gregor (1999) y Bimbo (2000), han propuesto funciones y características de los WIS tales como usuarios distribuidos, dependencia de la plataforma de internet, interfaz común y navegadores entre otros.

Isakowitz (1998) plantea una clasificación de los WIS en las siguientes categorías generales: intranets, para apoyar el trabajo interno en las organizaciones; sitios Web para llegar a los usuarios fuera de la organización y extranets como sistemas

de apoyo a la comunicación negocio-consumidor. Existen varios ejemplos de WIS los cuales podemos agrupar de acuerdo a su funcionalidad del negocio y objetivo. Detlor (2000) define el tipo Portal Corporativo, como una interfaz de navegador de una sola entrada utilizado dentro de una organización para promover la los usuarios a recopilación, intercambio y difusión de información. Adicionalmente, dado que el usuario de un portal interactúa con este por medio de su interface hipertexto, suelen presentarse problemas de usabilidad, los cuales pueden abordarse desde diversas perspectivas, en función de su arquitectura.

2.2 La usabilidad en los WIS

Según Huang et al. (2004), la usabilidad es más importante para los WIS que para los IS entre otras, por las siguientes razones: (1) Los usuarios de WIS usualmente trabajan sin soporte técnico y sin capacitación previa. (2) Los WIS usualmente no se puede configurar para todos los usuarios individuales de Internet. (3) Los problemas de usabilidad de un WIS reflejan negativamente a las empresas u organizaciones que le son propietarias. (4) Los WIS tienen la capacidad de procesar transacciones a un costo menor que otras alternativas de cómputo, pero una mala usabilidad puede incrementar los costos de uso, y (5) Un WIS con problemas de usabilidad es abandonado por el usuario con facilidad.

A pesar de su importancia, los WIS no siempre son útiles, debido a las dificultades de uso que presentan. Según Nielsen (2000), no existe un conjunto bien definido de principios de usabilidad y los que existen no son concluyentes, existen principios de usabilidad sin directrices específicas de aplicación y, la usabilidad es dependiente del entorno de computación. Al respecto, Venkatesh y Davis (1996) afirman que los investigadores y expertos en usabilidad tienen opiniones divergentes y hay una falta de evidencia disponible para resolver estos conflictos.

3 METODOS DE EVALUACION DE USABILIDAD (UEM)

Según Fernandez et al. (2011), un método de evaluación de la usabilidad es un procedimiento para la recogida de datos de la interacción del usuario final con un producto de software. En este sentido Ivory (2001), plantea que el proceso de evaluación, implica varias actividades que dependen del método de evaluación a implementar. Al respecto, Fernandez et al. (2012) entre otros autores, relaciona como los métodos de evaluación más usados, los de inspección, seguidos de los métodos empíricos y de indagación.

3.1 Métodos de inspección

Para Nielsen y Molich (1990), los métodos de inspección son un conjunto de métodos basados en expertos de usabilidad para inspeccionar la interfaz y es útil en la evaluación de una aplicación web en etapas tempranas de su desarrollo. Según Mack (1994), Nielsen (1994) y Madan (2012) las técnicas más representativas son: la *Evaluación Heurística*, que fue introducida por Nielsen y Molich (1990), es el método más informal y consiste en evaluar si cada elemento de diálogo sigue los principios de usabilidad establecidos. El *Recorrido Cognitivo*, que consiste en la navegación sobre del menú de opciones que ofrece un sistema.

Para el caso de un WIS, según Wharton et al. (1994) y Blackmon et al. (2002) esta técnica se debe centrar en la evaluación de la facilidad de aprendizaje.

3.2 Métodos empíricos

Ivory (2001) plantea que los métodos empíricos requieren de la participación de una muestra representativa de los usuarios finales y/o evaluadores experimentados. Según Fernández (2012), usualmente estas evaluaciones se llevan a cabo durante las últimas etapas de desarrollo Web. Las técnicas más representativas son: el *Test de Usuario*, es una prueba sobre usuarios finales en un laboratorio de usabilidad, para medir su rendimiento en escenarios predefinidos. Ver Bastien (2010). El *Protocolo Pensando en Voz Alta*, es una de las pruebas de usabilidad más popular y consiste en que los usuarios piensan en voz alta mientras se está realizando una serie de tareas específicas. Van (2000), Krahmer y Ummelen (2004) y Stefano et al. (2010), utilizan esta técnica. El *Co-Descubrimiento*, es un tipo de prueba donde un grupo de usuarios intenta juntos realizar tareas mientras son observados, simulando el proceso normal de trabajo. Lim et al. (1997) utiliza esta técnica. El *Registro de Acciones de Usuario*, consiste en el registro de las acciones de los usuarios mientras que interactúan con un producto de software. Ver Raissi, J. (2005).

3.3 Métodos de indagación

Para Nielsen (1994) los métodos de indagación se centran en el examen de las características de calidad de un producto software mediante la medición de la opinión de los usuarios. Las técnicas más representativas son: los *Cuestionarios de Usuario*, donde el usuario responde preguntas específicas. Tsakonas et al. (2006) y Zhao (2007) utilizan esta técnica. Las *Entrevistas a Usuarios*, donde el investigador está en contacto directo con el usuario debatiendo sus actitudes. Jeng (2013) utiliza esta técnica. Los *Grupos Focales*, donde grupos usualmente de 10 usuarios debaten sobre sus actitudes con el producto, ver Van et al. (2008).

CONCLUSIONES

Las características o **atributos de usabilidad** más importantes que impactan el sistema, según la revisión bibliográfica realizada son en su orden: Eficiencia, facilidad de aprendizaje y satisfacción de usuario, seguidas de eficacia, facilidad de uso, seguridad y utilidad. Con respecto a los métodos de evaluación de usabilidad, los métodos empíricos y de inspección, son los métodos más considerados por los diferentes autores, seguidos de los métodos heurísticos y de investigación.

Con respecto a los métodos de evaluación de usabilidad, según la revisión bibliográfica en general **estos presentan defectos metodológicos**, que hacen que exista poca fiabilidad en su utilización. Hertzum (2003) y Molich (2004) reportaron haber encontrado en estudios de evaluación de usabilidad, que los resultados pueden variar ampliamente cuando diferentes evaluadores estudian la misma interface de usuario, incluso si utilizan la misma técnica de evaluación, mostrando una falta de sistematicidad metodológica en los resultados de las evaluaciones.

Fitzpatrick (1998), Hertzum (2003), Seffah (2006) y Dubey (2010), concluyen en sus estudios que existe confusión en el uso de modelos, métodos, técnicas y herramientas para evaluar usabilidad, aún cuando un subconjunto de éstas son de uso común.

Como puede observarse en este artículo, los métodos de evaluación de usabilidad pueden ser clasificados por numerosos criterios y el estudio realizado permite afirmar que aún a la actualidad no existe un acuerdo unificado para clasificar los métodos de evaluación de usabilidad y que los diferentes autores e investigadores, han definido sus propias clasificaciones, aunque existe coincidencia en algunas categorías. Luego hay oportunidad de continuar investigando sobre esta área.

Dubey (2010) entre otros, se recomienda combinar los atributos de usabilidad desde diversas definiciones para efectuar su evaluación, lo cual implica crear nuevos métodos de evaluación en función con las dimensiones seleccionadas. Así mismo se recomienda el uso de varios métodos y técnicas.

Como limitación del presente artículo, se reconoce que los conceptos y conclusiones planteadas están en función de la literatura revisada, y que es posible que se encuentren trabajos reportados de gran importancia que no hayan sido abordados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abran, A., Khelifi, A., Suryn, W., & Seffah, A. (2003). Consolidating the ISO usability models. In *Proceedings of 11th International Software Quality Management Conference* (pp. 23-25).
- Alonso-Ríos, D., Vázquez-García, A., Mosqueira-Rey, E., & Moret-Bonillo, V. (2009). Usability: a critical analysis and a taxonomy. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 26(1), 53-74.
- Banna, S., AlKayid, K., Hasan, H., & Meloche, J. (2009). Usability testing of public health web-based information systems. In *European and Mediterranean Conference on Information Systems 2009* (pp. 13-14).
- Bastien, J. M. (2010). Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method. *International Journal of Medical Informatics*, 79(4), e18-e23.
- Bevan, N. (1991). What is usability. In *Human Aspects in Computing: Design and Use of Interactive Systems with Terminals*.
- Bevan, N. (1995). Measuring usability as quality of use. *Software Quality Journal*, 4(2), 115-130.
- Bimbo, A.D. (2000). Multimedia computing and systems. *IEEE Multimedia Magazine*, Vol. 7 No. 1, January- March, pp. 18-21.

- Boehm, B. W. (1973). Software and its impact: A quantitative assessment. *Datamation*, pp. 48-59.
- Blackmon, M. H., Polson, P. G., Kitajima, M., & Lewis, C. (2002, April). Cognitive walkthrough for the web. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 463-470). ACM.
- Detlor, B. (2000). The corporate portal as information infrastructure: towards a framework for portal design. *International Journal of Information Management*, Vol. 20 No. 2, pp. 91-101.
- Dubey, S. K., & RANA, A. (2010). Analytical Roadmap to Usability Definitions and Decompositions. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(9), 4723-4729.
- Fernandez, A., Insfran, E., & Abrahão, S. (2011). Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 53(8), 789-817.
- Fernández Martínez, A. (2012). A Usability Inspection Method for Model-driven Web Development Processes.
- Fitzpatrick, R., & Higgins, C. (1998). Usable software and its attributes: A synthesis of software quality, European Community law and human-computer interaction. In *People and Computers XIII* (pp. 3-21). Springer London.
- Fitzpatrick, R. (2001). Strategies for evaluating software usability. *Department of Mathematics, Statistics and Computer Science, Dublin Institute of Technology Ireland*.
- Gregor, S., Jones, D., Lynch, T. and Plummer, A.A. (1999). Web information systems development: some neglected aspects. *Proceedings of the International Business Association Conference, Cancun, May*, pp. 175-187
- Grosky, W.I. (1997). Managing multimedia information in database systems. *Communications of the ACM*, Vol. 40 No. 12, pp. 72-80.
- GULATI, A., & DUBEY, S. K. (2012). Critical Analysis on Usability Evaluation Techniques. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 4(3), 990- 997.
- HASSAN-MONTERO, Y; ORTEGA-SANTAMARÍA, S. (2009). Informe APEI sobre Usabilidad. Gijón. *Asociación Profesional de Especialistas en Información*, 2009. 74 pág. ISBN: 978-84- 692-3782-3
- Hertzum, M., & Jacobsen, N. (2003). The Evaluator Effect - A Chilling Fact About Usability Evaluation Methods. *INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION*. 183- 204.
- Huang, A. H., & Post, G. V. (2004). Usability of Web-based systems-A comparison of two interaction approaches. *Human Systems Management*, 23(4), 193-201.

- Isakowitz, T., Bieber, M. and Vitall, F. (1998). Web information systems. *Communications of the ACM*, Vol. 41 No. 7, pp. 78-80.
- ISO/IEC 14598-5. (1998). Information Technology—Software Product Evaluation—Part 5: Process for Evaluators, International Organization for Standardization.
- ISO/IEC 9126. (1991). International Standard, Information Technology – Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use. *Joint Technical Committee*.
- ISO/IEC 9241-10. (1996). Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs), Part 10: Dialogue Principles, (1996).
- Ivory, M. Y., & Hearst, M. a. (2001). The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. *ACM Computing Surveys*, 33(4), 470–516.
- Jeng, J. (2013). What is usability in the context of the digital library and how can it be measured. *Information technology and libraries*, 24(2), 47-56.
- Johnson, J., & Henderson, A. (2012). Usability of Interactive Systems: It Will Get Worse Before It Gets Better. *Journal of Usability Studies*, 7(3).
- Keevil, B. (1998). Measuring the usability index of your web site. In *Proceedings of the 16th annual international conference on Computer documentation* (pp. 271-277). ACM.
- Krahmer, E., & Ummelen, N. (2004). Thinking about thinking aloud: A comparison of two verbal protocols for usability testing. *Professional Communication, IEEE Transactions on*, 47(2), 105-117.
- Leavitt, M. O., & Shneiderman, B. (2006). Research-based web design & usability guidelines. *US Department of Health and Human Services*.
- Liang, Y. (2006). User-Website Interactive Communication Analysis in Web-Based Information System Development. In *CSREA EEE* (pp. 155-161).
- Lim, K. H., Ward, L. M., & Benbasat, I. (1997). An empirical study of computer system learning: Comparison of co-discovery and self-discovery methods. *Information Systems Research*, 8(3), 254-272.
- Mack, R. L., and Montaniz, F. (1994). Observing, predicting and analyzing usability problems. In Nielsen, J., and Mack, R. L. (Eds.), *Usability Inspection Methods*, John Wiley & Sons, New York, 293–336.
- Madan, A., & Dubey, S. K. (2012). USABILITY EVALUATION METHODS : A LITERATURE REVIEW. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4(02), 590–599.
- Martínez, A. F. (2012). A Usability Inspection Method for Model-driven Web Development Processes.

- McCall, J. A.; Richards, P. K.; Walters, G. F.(1977). "Factors in software quality". *Vols. IIII, Rome Aid Defense Centre, Italy.*
- Molich, R., Ede, M. R., Kaasgaard, K., & Karyukin, B. (2004). Comparative usability evaluation. *Behaviour & Information Technology*, 23(1), 65–74.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 249-256). ACM.
- Nielsen, J. (1993). Usability Engineering, *Academic Press, Boston, MA.*
- Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R. L. (Eds.), *Usability Inspection Methods*, John Wiley & Sons, New York, 25-64.
- Nielsen, J., and Mack, R. L. (1994). *Usability Inspection Methods. John Wiley and Sons, New York.*
- Nielsen, J. (2000). *Designing for the Web*. New Riders Publishing.
- Preece, J. (1994). Human-computer interaction. *Addison- Wesley, Reading, MA.*
- Quesenberry, W. (2001). What Does Usability Mean: Looking Beyond 'Ease of Use'. *Proceedings of the 48th Annual Conference, Society for Technical Communication.*
- Raissi, J. (2005, March). Usability Evaluation of AVI Clips in Online Help. In *SoutheastCon, 2006. Proceedings of the IEEE* (pp. 143-148). IEEE.
- Redish, J. (1993). Are we really entering a post-usability era?. *ACM SIGDOC Asterisk Journal of Computer Documentation*, vol. 19 (1), págs. 18-24.
- Seffah, A., Donyaee, M., Kline, R. B., & Padda, H. K. (2006). Usability measurement and metrics: A consolidated model. *Software Quality Journal*, 14(2), 159-178.
- Shackel, B. (1991). Usability – context, framework, design and evaluation. In Shackel, B. and Richardson, S. (eds.). *Human Factors for Informatics Usability*. Cambridge University Press, Cambridge, 21-38.
- Shneiderman, B. (2000). Universal usability. *Communications of the ACM*, 43(5), 84-91.
- Stefano, F., Borsci, S., & Stamerra, G. (2010). Web usability evaluation with screen reader users: implementation of the partial concurrent thinking aloud technique. *Cognitive processing*, 11(3), 263-272.
- Tsakonas, G., & Papatheodorou, C. (2006). Analysing and evaluating usefulness and usability in electronic information services. *Journal of information science*, 32(5), 400-419.

- Van Velsen, L., Van Der Geest, T., Klaassen, R., & Steehouder, M. F. (2008). User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review. *Knowledge Engineering Review*, 23(3), 261.
- Van Waes, L. (2000). Thinking aloud as a method for testing the usability of websites: The influence of task variation on the evaluation of hypertext. *Professional Communication, IEEE Transactions on*, 43(3), 279-291.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test*. *Decision sciences*, 27(3), 451-481.
- Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., & Polson, P. (1994, June). The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. In *Usability inspection methods* (pp. 105-140). John Wiley & Sons, Inc..
- Zhao, J., & Coleman, D. J. (2007). An empirical assessment of a web-based PPGIS Prototype. In *Submitted to the 2007 Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association*.